BORDEAUX : Médecine
1944-45, n°53

Docteur Cl. VIGAN,
A. Externe des Hôpitaux de Paris.

LES ORIGINES DU SYNDROME HUMORAL DE L'ÉLECTRO-CHOC

BRAZZAVILLE
IMPRIMERIE OFFICIELLE
—
1945

LES ORIGINES DU SYNDROME HUMORAL DE L'ÉLECTRO-CHOC

PAR LE

Docteur Claude VIGAN

Ancien Externe des Hôpitaux de Paris,
Elève du Service de Santé de la Marine,
Diplômé de Médecine Coloniale

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

LES ORIGINES
DU SYNDROME HUMORAL DE L'ÉLECTRO-CHOC

A LA MÉMOIRE DE MON PÈRE

A MA MÈRE

Faible témoignage de mon affection
et de ma reconnaissance.

A TOUS LES MIENS

A MES AMIS

A MES MAITRES DANS LES HOPITAUX DE ROUEN

EXTERNAT :

Monsieur le Docteur F. DÉVÉ (1941)
Monsieur le Docteur H. HÉCART (1942)
(in memoriam)

A MES MAITRES DANS LES HOPITAUX DE PARIS

EXTERNAT :

Monsieur le Docteur LECHELLE
Hôpital Laënnec

Monsieur le Professeur Agrégé WILMOTH
(in memoriam)
Hôpitaux Cochin et Bichat (1942-43)

Monsieur le Docteur JANET,
Hôpital Bretonneau (1943)

A MES MAITRES DANS LES HOPITAUX ET A LA FACULTÉ DE MÉDECINE DE BORDEAUX

A Monsieur le Docteur SERVANTIE
Biologiste des Hôpitaux
Directeur du Laboratoire de Biologie
à l'Hôpital Saint-André à Bordeaux
Chevalier de la Légion d'Honneur
Croix de Guerre

En remerciement de tous les documents biologiques qu'il a bien voulu nous confiés,

ET A CEUX QUI M'ONT AIDÉ POUR
LA RÉALISATION DE CETTE THÈSE

A MON MAITRE ET PRÉSIDENT DE THÈSE
Monsieur le Professeur DELMAS-MARSALET
Professeur de Clinique Neuro-Psychiâtrique,
Médecin des Hôpitaux,
Chevalier de la Légion d'Honneur,
Croix de Guerre,
Officier de l'Instruction Publique

A qui je dois tout pour cette thèse.

A MES JUGES

A Monsieur le Médecin Général JEANNIOT

Directeur de l'Ecole Principale du Service de Santé de la Marine,
Médecin des Hôpitaux de la Marine,
Officier de la Légion d'Honneur.

A Monsieur le Médecin-Chef de 1re Classe CANTON,

Sous-Directeur de l'Ecole Principale du Service de Santé de la Marine,
Chirurgien des Hôpitaux de la Marine,
Officier de la Légion d'Honneur.

A MESSIEURS LES PROFESSEURS
DE L'ÉCOLE PRINCIPALE
DU SERVICE DE SANTÉ DE LA MARINE.

A MES CAMARADES DE PROMOTION

INTRODUCTION

L'Electro-choc, outre ses effets convulsivants, provoque des modifications biochimiques importantes du milieu humoral. Plusieurs de celles-ci avaient déjà été étudiées par certains auteurs : la glycémie en 1940 *par Castelluci, en* 1941 *par Forel, l'hématologie par Félici.*

Des travaux ultérieurs ont mis en évidence toute une série d'altérations des métabolismes au cours du post-Electro-choc, mais il a fallu les remarquables travaux de Delay et Soulairac pour regrouper ces éléments en un syndrôme propre : le Syndrôme Humoral de l'Electro-choc qui consiste en : Hyperglycémie, Hyperprotidémie, Hyperlipémie, Hyperchlorémie globulaire, Acidose, Hypercalcémie, Hyperphosphorémie, Hypokalémie, Hyperleucocytose, Oligurie avec Hyperconcentration en urée, Phosphates et Chlorures.

On connaît l'existence, au niveau du diencéphale, de centres régulateurs des métabolismes du glucose, de l'eau, des graisses et agissant sur la composition du sang ; il était alors légitime de rendre l'excitation électrique du diencéphale responsable des perturbations observées. A l'appui de cette hypothèse, s'ajoute le fait que l'Electro-choc est responsable de modifications respiratoires et cardio-vasculaires ; qu'il est cause de l'hyperthermie et du sommeil qui succèdent à la crise, toutes fonctions qui reconnaissent également un centre diencéphalique.

Telle est la conception de J. Delay qui s'appuie en outre sur une hypothèse de régulation thymique et noétique.

Cette étude a été reprise par le professeur Delmas-Marsalet à la clinique neuro-psychiatrique de la Faculté de Médecine de Bordeaux, et par le docteur Servantie, chef du laboratoire de l'Hôpital Saint-André ; les résultats trouvés ne permettent pas de souscrire à cette théorie.

Il convient, avant toute chose, de considérer que l'Eléctro-crise convulsive représente la somme d'un certain nombre de phénomènes physiologiques qui sont :

1° *Un état émotionnel précédant la crise ;*

2° *Des manifestations musculaires (spasme électrique très court du début de la crise, convulsions généralisées et intenses de celle-ci) ;*

3° *Des perturbations respiratoires (apnée plus ou moins prolongée, suivie de polypnée réactionnelle).*

Chacun de ces éléments crée à lui seul des modifications humorales positives ou négatives qui lui sont propres et dont la somme algébrique fournit le syndrôme humoral de l'Electro-choc.

La constance de ce sydrôme résultant n'est plus discutée, c'est donc : soit que la plupart des facteurs composants, ou même tous sont de même signe, soit qu'un seul de ces facteurs domine en valeur absolue et impose au syndrôme résultant le sens de son signe.

Or, comme nous allons le voir en étudiant successivement chacun des phénomènes « composant » l'Electro-choc, c'est le travail musculaire qui est à l'origine des modifications humorales décrites par Delay et Soulairac.

PREMIÈRE PARTIE

MODIFICATIONS BIOCHIMIQUES AU COURS DES ÉMOTIONS

Parmi les questions qui peuvent se poser sur les modifications somatiques dans les émotions, celles de biochimie ont été peu étudiées. Les travaux de CANNON et de ses élèves ont mis en évidence l'augmentation de l'adrénaline et du sucre dans le sang à la suite des fortes émotions et ont permis d'envisager comme cause l'hyperfonctionnement des glandes surrénales excitées par l'intermédiaire des nerfs splanchniques.

Les recherches de G.-H. HENRY, sur le métabolisme basal dans les états émotifs, indiquent qu'il est augmenté dans les états d'excitation et diminué dans les états de dépression et d'apathie. JANKOWSKA a repris cette étude à la Clinique des Maladies mentales de Paris : il a mesuré le Ph, le volume horaire et dosé le chlore, l'azote, l'ammoniaque et quelquefois le calcium. Les malades choisis pour les expériences ne présentaient pas de troubles mentaux proprement dits, mais normaux au point de vue intellectuel, étaient des émotifs qui furent hospitalisés à cause d'exagération de leur émotivité. Chez ces malades, il était impossible d'obtenir des examens de sang correspondant à un état calme : les conditions de prélèvement de sang étant toujours pour eux une cause d'émotion ; en conséquence, les résultats fournis ne portent que sur l'analyse d'urine. Les examens ont été pratiqués chronologiquement dans le courant d'une journée ; le moment d'intervention des facteurs émotionels (prise de sang, contrariété), est relevé dans la première colonne par une flèche.

ÉMOTion	HEURE	Ph	Vh	DÉBIT				SUCRE	SANG	
				CH. 1	N. TOT.	N. AMM. en mmgr			SUCRE	CA
→	8	6.4	93	0.726	0.286	21.4	20.5	0	0.93	0.114
→	9	6.8	69	0.583	0.274	15.2	17.5	0	0.88	0.135
	10	6.1	48	0.348	0.231	11.5	11.5			
	12	5.6	33.5	0.238	0.218	14.4	14.7			
	6	6.2	37.2	0.214	0.275	20.1				
→	8	6.1	109	0.804	0.550	33.8	17.7		1.16	0.110
→	9	5.9	44	0.371	0.271	17.3	16.7		1.16	0.170
	10	6.7	59	0.452	0.281	12.4	22.4			
→	8	6.4	73.5	0.678	0.576	18.4				
	9	7.1	91.0	0.745	0.579	32.5		0		
	10	5.7	47.0	0.194	0.382	14.1				
Période	8	5.2	66	0.502	0.480	21.1				
de	9	5.6	7.7	0.307	0.259	16.8				
calme	10	5.1	57.5	0.241	0.274	13.2				
Repos	12	5.5	41.5	0.295	0.194	5.8				

On constate, dans ce tableau, qu'à la suite des émotions il y a augmentation : du Ph urinaire, du volume horaire, des débits de chlore et d'N total, quelquefois de Ca et de NH3 ; l'élévation du pH paraît le phénomène le plus constant.

Il n'a pas été trouvé de glucosurie ni d'élévation de la glycémie, mais celles-ci ont été relevées par CANNON.

En ce qui concerne le taux du chlore, BIEDERMAN et surtout LOEB ont montré que dans une solution de chlorure de sodium, le muscle se contractait et d'autant plus vite que la concentration du milieu en sodium était plus élevée. Il faut admettre que l'augmentation de Cl urinaire dans les expériences est la suite d'une augmentation de ClNa dans le sang, et par conséquent, des ions Na qui réalisent les conditions favorables pour la contraction musculaire. Voici la conclusion de JANKOWSKA :

« On constate, au cours des émotions, une alcalose et l'augmentation du chlore, d'N total dans les urines, du volume horaire, quelquefois aussi du Ca et de l'ammoniaque. »

Nous retrouverons tous ces résultats au cours de l'épreuve de simulacre de crise d'Electro-choc, épreuve génératrice d'émotion, que nous rapporterons plus loin.

ALTÉRATIONS BIO-CHIMIQUES CONSÉCUTIVES A L'APNÉE

Nous n'avons trouvé aucun document traitant des réactions biochimiques dues à l'apnée, si ce n'est sous la rubrique asphyxie.

L'asphyxie peut être réalisée « *grosso-modo* » soit par suppression d'oxygène, soit par excès de CO_2 ; or, en supprimant pendant un court intervalle la ventilation pulmonaire, l'apnée combine ces deux modifications, mais dans des proportions relatives strictement définies.

Le syndrôme humoral de l'asphyxie, à cette approximation près, peut nous servir de témoin, sinon quantitatif, au moins qualitatif, du syndrôme réalisé par l'apnée.

Binet, dans son traité de physiologie, rend compte des faits suivants :

1° *Variations de l'équilibre acide-base. — Augmentation de l'acide lactique :* D. Cordier, Henri Magne et A. Mayer, expérimentant sur des lapins dont ils suivaient la réserve alcaline et la valeur du Ph, ont conclu de leurs recherches que l'asphyxie par privation d'oxygène, même lorsqu'elle est de courte durée, provoque un déséquilibre profond et durable de l'équilibre acide-base, indiquant l'existence d'une intoxication acide rapide et intense. Chez un lapin asphyxié pendant 20 minutes par l'inhalation d'un mélange gazeux contenant 4,56 p. 100 d'oxygène et 95,44 p. 100 d'azote, on voit la réserve alcaline tomber de 50,44 à 31,20 après 6 minutes et à 24,30 après 19 minutes. Parallèlement, le Ph s'est modifié de 7,42 à 7,56, puis à 7,33 ; 30 minutes après le retour à l'air libre, la réserve alcaline est de 38,13. L'irréversibilité et l'intensité du phénomène mettent hors de cause l'acide lactique comme agent déterminant principal. L'élévation d'acide lactique dans le sang au cours de l'asphyxie (Araki, J. Ryffel, Mac Leod) n'explique pas à elle seule l'intoxication acide réalisée par l'asphyxie ; A. Mayer et ses collaborateurs incriminent des radicaux acides responsables de ce désordre, produits acides encore mal connus actuellement.

2° *Variations de la chlorémie globulaire et de la chlorémie plasmatique* : Le passage « *in vitro* » d'un courant de CO2 à travers le sang provoque une augmentation des bicarbonates (Zunz) dans le plasma et une élévation du chlore globulaire (Hamburger).

« *In vivo* » la respiration d'une atmosphère riche en CO2 détermine chez le lapin une élévation de la réserve alcaline et une augmentation du taux du chlore globulaire (A. Schwartz et F. Schmid).

Il s'agit donc d'une acidose gazeuse.

3° *Les autres modifications dues à l'asphyxie* sont : une hypercalcémie notable (L. Binet et A. Blanchetière), une hyperphosphatémie (J.-B. Collip). L'hyperglycémie asphyxique explique la glycosurie asphyxique (A. Dastre). D. Cordier en a précisé le mécanisme, soulignant le rôle prépondérant joué par CO2 dans sa détermination.

A noter encore l'hypercholestérolémie.

La polyglobulie asphyxique est constante, considérable : le taux des globules rouges par millimètre cube peut s'enrichir de un million, voire de 1.500.000 ; progressive : elle est très nette au bout de trois minutes et s'exagère encore dans les deux minutes ultérieures : elle relèverait de la spléno-contraction.

Parallèlement à la polyglobulie, s'installent une leucocytose accentuée (Lesourd et Pagniez) et une plaquettose très nette (G. Bianchini).

SYNDROME HUMORAL DU TRAVAIL MUSCULAIRE

Le travail musculaire résulte de la contraction plus ou moins prolongée, plus ou moins rapide des muscles de l'organisme ; le muscle qui se contracte possède un métabolisme propre qui retentit sur les différentes fonctions de l'économie : circulation, respiration, excrétions, l'ensemble des modifications subies réalise: le syndrôme humoral du travail musculaire.

Aucun travail d'ensemble n'a été consacré à l'étude globale de ce syndrôme ; nous avons dû consulter les publications de différents auteurs dont nous rapporterons l'essentiel.

Variations de la glycémie au cours de l'exercice musculaire. — Depuis les travaux de Claude BERNARD et CHAUVEAU, on sait l'importance du rôle joué dans la contraction musculaire par les hydrates de carbone. Le muscle qui se contracte consomme de l'oxygène et brûle du glucose. Le rôle du sang au cours de l'effort doit être de fournir au muscle des matériaux énergétiques indispensables à son fonctionnement. La valeur du taux glycémique pendant l'exercice physique représente donc un des facteurs essentiels de la contraction musculaire. Les modifications de ce taux sont assez difficiles à saisir car le glucose sanguin est un des facteurs essentiels de l'entretien de la vie et à ce titre, son taux est l'objet d'une régulation constante. Les répercussions d'un effort musculaire intense sur cette régulation sont forcément multiples et encore mal connues.

Dans une thèse récente, ORTHOLAN a repris pour son compte, l'étude des répercussions de divers efforts sportifs sur la glycémie, ses résultats nous fournissent des éléments de comparaison que nous rapportons ci-dessous :

Les dosages ont été pratiqués chez des sujets sains (non diabétiques ni hépatiques) ; le prélèvement a été pratiqué assez loin des repas. La première prise est faite avant l'effort ; la deuxième immédiatement

après, moins de une ou deux minutes après l'exercice ; lorsque le troisième dosage a pu être fait, une heure après, le sujet était tenu de passer ce temps au repos complet.

Pour le dosage de la glycémie, on a utilisé la micro-méthode colorimétrique de Folin Malmross. N'ont pas été considérées comme variations glycémiques, les différences de 0,05 centigrammes qui constituent les limites de sensibilité de la méthode.

Voici les conclusions :

1° Immédiatement après l'effort, il a été observé soit une hyperglycémie (35 p. 100 des cas), soit une hypoglycémie (27 p. 100 des cas), soit pas de variation (37,5 p. 100 des cas). Les variations positives ont été en moyenne plus amples que les négatives ;

2° Les variations positives s'observent chez des sujets à glycémie de repos normale ou faible. Les variations négatives ou le défaut de variations s'observent généralement chez des sujets à glycémie de repos relativement haute, traduisant un état de tonus sympathique déjà élevé au moment de l'effort ;

3° Les variations positives s'observent après les efforts intenses et de courte durée : course de vitesse, épreuves de natation sur petite distance. Elles se produisent également dans les courses sur longue distance où l'arrivée est précédée d'un sprint ;

4° Lorsque l'exercice est pratiqué le matin à jeûn, la réaction toujours observée est une hyperglycémie, immédiatement à la fin de l'effort ;

5° Tous ces résultats permettent, d'une façon générale, d'interpréter les variations glycémiques observées comme le résultat d'oscillations de l'équilibre glycémique liées à des réactions du système neuro-végétatif ou à des oscillations d'ordre physico-chimique du tissu sanguin lui-même ;

6° Les observations faites une heure après l'effort semblent montrer que les perturbations glycémiques ne sont généralement pas de longue durée.

De l'ensemble de ces conclusions, nous retiendrons ce résultat essentiel : « Les variations positives s'observent après les efforts intenses et de courte durée : course de vitesse, épreuves de natation sur petite

distance ; aussi, ne relèverons-nous que les chiffres correspondant à ces exercices physiques violents, de façon à rester aussi près que possible des conditions d'effort musculaire maximum de la crise convulsive.

COURSE DE VITESSE

TABLEAU N° 2.

Observation	Avant	1 min. après	Effort fourni
85 RO..	0,95	1,80	400 m. en 1'20"
92 He...-	0,85	1,35	400 m. en 1'15"
65 JA...	0,85	1,10	400 m. en 1'15"
90 Co...	0,90	1,15	400 m. en 1'16"
98 Ri...	0,95	1,15	600 m. en 2'13"
86 Or...	1,10	1,20	400 m. en 1'15"
102 Ma..	0,95	1,05	400 m. en 1' 8"
	NATATION		Crawl
3 Pal...	1,00	1,20	400 m. en 5'19"
5 Au...	1,00	1,15	100 m. en 1' 55"
1 Cas...	0,90	1,00	100 m. en 1'15"

Consommation d'oxygène au cours du travail musculaire. — Tout travail musculaire entraîne une modification de métabolisme et, comme le rapporte Florkin dans son traité de biochimie humaine, le simple fait de passer de la position couchée à la position assise détermine une augmentation appréciable 0,226 à 0, 242 litre d'O2 par minute, chez un sujet couché ; 0,234 à 0,260 litre par minute chez le même sujet assis dans une observation de Benedict et Murchauser. L'augmentation s'accentue si le sujet se met debout 0,228 à 0,293 d'O2 (chez le même sujet) et encore plus s'il se met au garde-à-vous. Si le sujet debout balance les bras, sa consommation d'oxygène passe de 0,288 à 0,516 d'O2 et elle passe à 0,667 s'il marche à la vitesse de 3,18 kilomètres à l'heure et à 2,240 s'il marche à 8,76 kilomètres à l'heure. Pour un adulte moyen, la dépense d'énergie correspondant au parcours de 1 mètre est de 0,046 à 0,051 calories.

Monter un escalier de quinze marches hautes chacune de 20 centimètres, équivaut à parcourir une distance de 45 mètres horizontalement. La dépense d'énergie pour une ascension de 1 mètre correspond à environ

quinze fois la même distance horizontale. Dans les exercices sportifs, la consommation d'oxygène et l'élimination de CO_2 sont, par conséquent, très fortement augmentées.

La quantité d'énergie utilisée dans un exercice physique est proportionnelle à l'oxygène absorbé. La consommation d'un litre d'oxygène correspond à 4,8 calories dans le cas d'un sujet recevant une alimentation mixte. De même, 1 litre de CO_2 exhalé correspond à 5,4 calories. Il est facile, au moyen de ces chiffres, de calculer la dépense énergétique des exercices étudiés.

Par ailleurs, la consommation d'oxygène correspond à une valeur déterminée du métabolisme de travail. Le rapport du métabolisme de travail au métabolisme de base qui atteint 3 pour un travail modéré, atteint 6 pour les travaux considérés comme extrêmement durs.

Modifications de la teneur en CO_2 *du sang, après l'exercice.* — Dill, Talbott et Edwards ont montré que la teneur en CO_2 du sang était diminuée pendant l'exercice.

Barr, Himwich et Green notent, d'autre part, que la capacité de combinaison du sang pour CO_2 est diminuée quand augmente la concentration en lactate : l'hyperventilation pulmonaire a éliminé l'excès de CO_2 et il y a eu formation de lactates aux dépens des bicarbonates. Nichil nous fournit dans sa thèse des chiffres d'autant plus intéressants qu'ils ont été trouvés à la suite d'épreuves sportives particulièrement fatigantes. La mesure du CO_2 a été pratiquée avec l'appareil manométrique de Van Slyke.

Les chiffres rapportés expriment la valeur totale du dégagement de CO_2 pour 100cc de plasma.

NATATION — TABLEAU N° 3.

		CO_2 du plasma	
		Avant	Après
1	100 mètres nage libre en 1'12"	62	42
2	100 » crawl en 1'18"	57	40,5
3	400 » crawl en 5'25"	63	37,5
4	100 » crawl	62	43,5
5	100 » brasse papillon en 1'12"	61	44,5

COURSES TABLEAU N° 4.

		CO^2 du plasma	
		Avant	Après
1	400 mètres en 1'10"	71,5	54
2	400 » arrivé épuisé	60	40,5
3	400 » 1'12"	59,5	39,5
4	400 » en 59"	56,5	23,5
5	100 » en 11' 4/5	59,5	44
6	100 » en 12"	64,5	37
7	200 » en 26"	61	37,5

On constate qu'immédiatement après l'effort il se produit une chute brutale du CO2 du plasma ; cette chute est parallèle à celle que montrerait l'évaluation du Ph.

Les variations sont d'autant moins importantes que le sujet est plus entraîné.

La diminution du taux de CO2 dans le sang est un des témoins de la rupture transitoire de l'équilibre acide-base dans les humeurs.

Equilibre acide-base et travail musculaire. — L'exercice physique modéré ne crée pas, à proprement parler, d'acidose ; mais quand il est exagéré ou inaccoutumé, il provoque la formation anormale d'acides organiques : acide lactique surtout, qui acidifient l'organisme (R.. Goiffon). Le même travail peut ne pas créer d'acidose chez un sujet entraîné et en provoquer chez un autre non entraîné. A titre d'exemple, nous reprendrons les résultats des expériences que Lafargue a rapporté dans sa thèse.

L'épreuve a été effectuée le matin à jeun. Le sujet a d'abord absorbé 200 cmc. d'eau et, à partir de ce moment, 50 cmc. tous les quarts d'heure pour entretenir une diurèse régulière. Une heure après la première absorption d'eau, la vessie est vidée complètement; une seconde évacuation effectuée au bout d'une demi-heure exactement. L'analyse de cette urine (colonne 125 du tableau) donne les chiffres de base, auxquels les autres seront rapportés, le sujet étant resté au repos pendant cette période. Ce dernier commence aussitôt une leçon de culture physique particulièrement dure, prolongée pendant une demi-heure sans arrêt, déterminant une sensation accentuée de fatigue

locale et générale. La vessie est alors vidée complètement et les chiffres de l'analyse constituent la colonne 126. Le sujet restant alors au repos complet, la vessie est vidée une demi-heure après la cessation de l'exercice (colonne 127) et une heure après (colonne 128).

Les différentes émissions sont mesurées quantitativement, les déterminations du Ph, de l'acidité de titration, des phosphates, de l'azote ammoniacal effectuées aussitôt et les échantillons conservés à l'abri de toute altération jusqu'à analyse complète.

Les résultats sont réunis dans le tableau de la page suivante : la période d'exercice se place entre les deux premières lignes verticales.

On voit que les acides organiques totaux et l'indice d'acidose avaient subi, dans la première expérience, les mêmes variations que dans la seconde, avec des augmentations encore plus fortes.

Notons l'oligurie déjà signalée par beaucoup d'auteurs : le volume d'urine excrétée tombe brutalement de 40 cmc. à 20 cmc.

Au point de vue du maintien de l'équilibre acide-base de l'organisme, il est intéressant de noter le parallélisme certain, beaucoup plus net qu'à l'état normal entre l'excrétion de l'ammoniaque et celle des acides organiques. Par suite, le rapport $\frac{\text{azote ammoniacal}}{\text{azote hypobromite}}$ traduit assez bien l'état d'acidose, d'une façon cependant moins parfaite que l'indice d'acidose qui en est la mesure directe.

L'étude de l'acide pyruvique n'est pas faite dans le travail de Lafargue. Donnons la parole à G.-D. Lu et B.-S. Platt dans le *Biochemical Journal* : « Un travail musculaire léger chez des sujets carencés en vitamines B1 est suivi par une augmentation de pyruvate du sang. Pour des modifications fortes du pyruvate du sang, un travail sérieux peut produire des troubles graves du type béri-béri suraigu. Un travail poussé jusqu'à l'épuisement chez des sujets normaux, peut produire aussi un taux très élevé de pyruvate sanguin. Néamoins, au bout d'une heure de repos, le taux normal est réapparu. Les substances B.B.S. sont augmentées en plus forte quantité encore que le pyruvate sanguin ».

ANALYSES	En concentration par litre				En valeur absolue excrétion par 30 minutes			
	125	126	127	128	125	126	127	128
Ph	5.8	5.0	5.2	5.7	—	—	—	—
Volume cc3	—	—	—	—	40	21	22	24
Acidité titrable totale.....cm3 N/10	170.1	668.6	324.3	139.6	6.8	14.4	7.13	3.35
Acidité organique libre	14.4	328.0	91.6	23.7	0.6	6.89	2.01	0.57
Acidité organique totale	155.0	820.0	365.0	172.5	6.2	17.32	7.3	4.13
Acidité lactique	7.36	541.1	121.5	15.97	0.294	11.363	2.67	0.383
Ammoniaque	208.9	718.8	508.8	246.5	8.35	15.07	11.19	5.91
Indice d'acidose	20.2	74.0	33.8	17.0				
Albumine	0	++	+	0				

Dans le tableau suivant, l'exercice se place entre les colonnes 67 et 68.

ANALYSES	En concentration par litre			
	67	68	69	70
Acides organiques totaux...cm3 N/10	85.0	485.0	920.0	150.0
Ammoniaque	289.0	526.0	790.0	382.5
Indice d'acidose	13.5	102.3	135.7	20.4
$\frac{\text{Azote ammoniacal}}{\text{100 Azote hypobromite}}$	6.4	15.5	16.5	7.3

Modifications de la teneur du sang en Protéines et variation de la concentration des principaux ions du plasma au cours de l'exercice musculaire. — Dill, Talbott et Edwards ont montré que chez deux hommes privés de rate, l'exercice musculaire provoquait une augmentation d'environ 4 p. 100 de la teneur en globules rouges et que cette augmentation correspondait chez eux à la perte de liquide traduite par l'augmentation de concentration des protéines plasmatiques; il y a perte d'eau plasmatique qui entraîne une concentration des hématies. Cette théorie a été confirmée par Cassinis et Bracaloni expérimentant sur des soldats ayant accompli une course.

Voici quelques chiffres de Dill, Talbott et Edwards :

Tableau n° 6.

PROTÉINES DU PLASMA :			
Repos.....	70,8	Activité.....	79,9
	68,6		71,6
	72,0		77,7
	71,4		78,0
	69,4		73,9
	69,4		77,0
	65,0		78,8
	62,5		71,2

La concentration des principaux ions du plasma a fait l'objet d'un important mémoire publié en 1930 par ces mêmes auteurs qui concluent :

« A l'existence d'une relation entre l'augmentation de la concentration en lactates et la diminution de la concentration en bicarbonate, si on considère quantitativement l'accroissement en lactates, on voit qu'en moyenne elle ne correspond qu'à environ les 3/5 ou les 4/5 de la diminution de concentration en bicarbonates. L'augmentation de la concentration en phosphates avait déjà été signalée par Havard et Reay.

« Quant aux chlorures, leur concentration augmente chez la plupart des sujets, mais il s'agit d'une très faible variation (moins de 0,2 p. 100) ce qui indique que lors du passage de liquide du sang dans les muscles (phénomène, qui, comme on l'a vu, rend compte de l'augmentation des protéines plasmatiques), ce liquide entraîne avec lui ses chlorures.

« Chez un sujet peu entraîné, fatigué par l'exercice et chez lequel le transport d'oxygène n'est pas en harmonie avec le travail, il se produit, en outre, une arrivée de notables quantités d'acide lactique dans le sang et une diminution de la teneur en bicarbonates. Le tableau des variations diffère donc totalement de celui d'un sujet entraîné qui ne présente que la migration de liquide du sang aux muscles. »

Si maintenant nous considérons ce qui se passe dans le sang total, on retrouve les changements qui viennent d'être décrits.

Les, modifications, du sang total sont la résultante : 1° des variations décrites pour le plasma ; 2° de la concentration des hématies. Des mesures directes ont montré à Dill, Talbott et Edwards que la variation de concentration en chlore, en sodium et en potassium est négligeable. Les constituants qui seront modifiés dans leur concentration seront ceux qui se modifient du fait de l'acidose de l'exercice, c'est-à-dire surtout le lactate et le bicarbonate.

Les éléments figurés du sang pendant l'exercice. — Les globules rouges sont appelés à jouer un rôle important au cours de l'exercice musculaire ; ils servent d'abord comme transporteurs d'oxygène et d'anhydride carbonique, ils interviennent ensuite comme véhicules de substances tampons, destinées à lutter contre l'acidose et l'alcalose.

Le rôle joué par les globules blancs est moins connu, mais il est évident que les modifications du métabolisme musculaire vont retentir plus ou moins sur la composition du plasma comme sur la formule sanguine.

A l'état normal, lorsque les tissus ont besoin d'un apport d'oxygène plus important que celui qui leur est fourni par le sang au repos, l'organisme répond à cette sollicitation en augmentant le nombre des globules rouges et la quantité d'hémoglobine par unité de volume sanguin.

Au cours de l'effort, le muscle qui se contracte a besoin d'un apport complémentaire d'O2, qui se traduit, comme nous l'avons vu, par une augmentation de la consommation d'oxygène mesurée par l'appareil de Benedict. L'organisme y supplée par différents moyens : accroissement du débit sanguin par unité de

temps, augmentation du coefficient de dissociation de l'oxyhémoglobine, augmentation du nombre des globules rouges. C'est ce dernier mécanisme, le plus facile à évaluer, que nous étudierons.

Quant aux globules blancs, leur nombre présente des oscillations physiologiques diverses avec les différentes activités de la vie végétative, repas, émotions, chocs. Cependant, l'exercice physique a une action marquée sur le nombre des globules blancs et la totalité des auteurs est d'accord pour signaler un accroissement considérable du nombre des leucocytes.

En ce qui concerne la formule sanguine, les résultats sont variables et discutés.

Nous avons utilisé les chiffres et les conclusions de Bourdettes dans sa thèse sur les éléments figurés du sang pendant l'exercice musculaire.

Les prélèvements ont été faits sur les athlètes, étudiants ou élèves de l'Institut d'Education physique de Toulouse, après des exercices sportifs variés.

On a utilisé pour les numérations, le mélangeur de Potain et la chambre de Malassez. Voici les conclusions de ce travail :

1° Immédiatement après l'effort, on a noté chez 65 p. 100 des sujets, une élévation du nombre des globules rouges et une baisse dans 35 p. 100 des cas ;

2° En règle générale, le nombre des globules blancs est fortement augmenté immédiatement après l'effort, la moyenne du taux de variation positive a été de 55 p. 100. Sur 41 sujets, 38 ont vu le taux des globules blancs s'élever considérablement. Deux n'ont pas bougé, un seul a baissé. Le taux maxima de variation positive a été une élévation de 160 p. 100 après un 400 mètres.

Ce ne sont pas les mêmes sujets qui présentent le taux de variation maxima en globules blancs et en globules rouges. Certains sujets ont eu une réaction fortement positive pour les globules blancs et ont présenté une réaction négative pour les globules rouges. Les modifications des globules blancs et des globules rouges relèvent de mécanismes absolument distincts ;

3° Chez les sujets pour lesquels on a étudié des formules sanguines, on a observé généralement immédiatement après l'effort, un accroissement de pourcentage des lymphocytes aux dépens de celui des polynucléaires.

TABLEAU N° 7.

GLOBULES ROUGES — NUMÉRATIONS

1° *Augmentation après l'effort :*

Observations	Avant	Imméd. après	Epreuve
1 Baur....	4,89	5,23	100 mètres
2 Id.....	4,40	5,23	entraînement
3 Co.....	4,67	5,40	400 mètres
4 Aza.....	4,77	5,65	1200 mètres
5 RG.....	4,46	5,01	1500 mètres
9 Ic.....	4,34	4,84	1500 mètres
22 Au.....	4,22	4,68	Crawl 100 mètres.
23 Co.....	4,48	4,91	400 mètres 1'12"

2° *Diminution après l'effort :*

Observations	Avant	Imméd. après	Epreuve
25 Jac.....	4,87	4,41	400 mètres
26 Rab....	4,94	4,88	300 mètres
29 Rouz....	5,18	5,05	400 mètres
33 Orth....	4,90	4,40	400 mètres
37 Guz....	5,32	5,19	100 mètres 12"

GLOBULES BLANCS — NUMÉRATIONS

Observations	Avant	Imméd. après	Epreuve
1 Bau....	6950	9600	100 mètres
25 Jac.....	7505	10700	400 mètres
2 Id.....	7000	13900	Entraînement
26 Rab....	7400	15400	300 mètres
23 Co.....	5750	8520	400 mètres 1'12"
22 Au.....	7600	11100	Nage crawl

FORMULES LEUCOCYTAIRES

TABLEAU 7 *bis.*

Rouz	Avant	Imméd. après	Epreuve
Nombre de globules blancs par mm3..	7100	11900	400 m.
Polynucléaires.	62 p. 100 4402	22 p. 100 2618	
Lymphocytes..	33 p. 100 2343	69 p. 100 8211	
Grands mono..	5 p. 100 355	9 p. 100 1071	
Nombre de globules blancs par mm3..	7500	14300	
Polynucléaires.	62 p. 100 4650	46 p. 100 6578	
Lymphocytes..	33 p. 100 2475	47 p. 100 6580	
Grands mono..	5 p. 100 375	7 p. 100 1000	

Il nous paraît intéressant de rapporter ici l'explication pathogénique que propose Félici. Pour cet auteur, la contraction du muscle, tout comme une éponge qu'on exprime, chasserait les leucocytes dans la circulation , mais à travers les mailles serrées de son réseau fibrillaire, ne laisserait passer que les lymphocytes aux dépens des polynucléaires trop volumineux.

TEST URINAIRE DE LA FATIGUE ET DE L'ENTRAINEMENT

A. Donaggio, de Bologne, depuis 1932, a mis au point une réaction qui, par l'examen des urines, permet de reconnaître la fatigue chez un sujet déterminé, alors que ce sujet peut ne pas encore la ressentir (Zimmerman).

Cette réaction est basée sur le fait que le passage dans l'urine des substances colloïdales, en proportion supérieure à la normale, à la suite de la fatigue, détermine un trouble de l'équilibre physico-chimique et donne à l'urine la propriété d'empêcher la précipitation d'une couleur basique d'aniline par le molybdate d'ammonium.

C'est à cause de l'obstacle à la précipitation provoqué par l'urine, dans ces conditions particulières, que Donaggio a appelé « phénomène d'obstacle » cette façon de se comporter de l'urine.

Il s'agit d'un phénomène de protection qui est le propre des substances colloïdales. La réaction est complètement positive quand la précipitation est complètement empêchée. Le degré de la positivité de la réaction varie avec les conditions qui donnent lieu au « phénomène d'obstacle ».

La réaction est positive après un match de foot-ball de 90 minutes, après les courses de fond et des épreuves de natation prolongées ; en gros, après un effort musculaire intense ; si bien, qu'en général, plus l'activité physique et la dépense physiologique ont été grandes, plus la réaction de Donaggio est positive.

Dans des conditions semblables d'effort, les sujets bien entraînés et dont la fatigue est moindre, ont une réaction moins positive que ceux qui ne sont pas entraînés et, par conséquent, se fatiguent davantage.

Le « phénomène d'obstacle » disparaît quelques heures après l'épreuve sportive qui l'a déterminé.

On observe des variations individuelles dans la positivité de la réaction ; elles sont en rapport avec des différences organiques personnelles.

On peut provisoirement considérer la réaction de Donaggio comme un témoin d'une dépense musculaire intense et partant comme un test de fatigue. Dans le domaine sportif, elle permet d'évaluer le degré d'entraînement d'un athlète, sa capacité et ses limites. d'action.

Le mécanisme intime de la réaction et la nature des substances colloïdales qui passent dans l'urine à la faveur de la fatigue, sont encore inconnus. Delmas-Marsalet et Neuzil concluent de leurs recherches que cette substance est une albumine.

CONCLUSIONS

Pour résumer le syndrôme humoral du travail musculaire, on trouve, à côté de l'augmentation de la consommation d'oxygène :

1°) Dans le sang :

Hyperglycémie ;

Diminution de la teneur en CO2 du plasma ;

Déséquilibre acide-base dans le sens de l'acidose ; Baisse du Ph ;

Hyperprotéinémie avec perte d'eau ;

Augmentation de la concentration en lactate ;

Diminution de la concentration en bicarbonate ;

Hyperleucocytose en faveur des lymphocytes, aux dépens des polynucléaires.

2°) Dans les urines :

Oligurie ;

Variation du Ph vers l'acidité ;

Augmentation de l'indice acidose due essentiellement à l'élévation du taux des acides organiques en général, des acides lactiques et pyruviques en particulier ;

Phénomène d'obstacle de Donaggio.

DEUXIÈME PARTIE

TECHNIQUE EXPÉRIMENTALE

On a d'abord utilisé la méthode synthétique qui consiste à enregistrer graphiquement le déroulement de l'Electro-crise et à prélever le sang aux moments principaux du phénomène (avant la crise, après le spasme électrique, à la fin de l'apnée préconvulsive, au moment des contractions toniques, à la fin des contractions cloniques, à la période de stertor; enfin, à divers moment après la crise).

On a ensuite utilisé la méthode analytique qui consiste à faire un véritable morcellement des éléments de la crise. Les expériences antérieures de Delmas-Marsalet avaient montré la possibilité d'obtenir par l'Electro-choc des infra-crises (absence sans apnée, avec apnée et hypertonie musculaire légère). Un abaissement convenable du voltage utilisé permet d'obtenir le spasme électrique seul, sans aucune inconscience, Enfin, le simple passage du courant au niveau des téguments du crâne et le simulacre d'Electro-choc ont été humoralement étudiés afin de définir la part qu'ils prennent dans l'ensemble des troubles causés par la crise convulsive.

Pour chacune de ces éventualités, des dosages ont été faits portant principalement sur CO2 Total, la glycémie, les protéines et le sodium. La consommation d'oxygène a été évaluée. En outre, les investigations ont porté sur les urines étudiées comparativement avant et après l'Electro-choc.

Il convient cependant de faire une restriction : dans la plupart des cas, l'expérimentation du travail musculaire aura porté, sinon sur des athlètes, au moins sur des sportifs plus ou moins entraînés.

L'Electro-choc est pratiqué sur des malades le plus souvent sédentaires et non entraînés, dans la mesure où les convulsions des traitements antérieurs ne réalisent pas un entraînement progressif.

La comparaison ne s'en trouvera pas faussée, mais plutôt le parallèle moins évident. Boigey, dans ses travaux, signale en effet que les modifications métaboliques résultant de l'effort musculaire sont, d'autant moins marquées, que le sujet est plus entraîné : témoignage bio-chimique de l'entraînement.

Ne possédant pas d'observations d'Electro-choc chez les sportifs, nous nous contenterons de ces résultats.

SIMULACRE DE CRISE

Le simulacre de crise isole à l'état pur un des éléments constituants de la crise : l'état émotionnel qui, comme nous l'avons vu, est à l'origine d'une alcalose non gazeuse.

Voici les résultats des dosages pratiqués chez un sujet devant lequel on a réalisé un tel simulacre ; à savoir, comme il y était habitué par des traitements antérieurs :

Dégraissage de la région frontale ;
Application des électrodes ;
Branchement des fils ;
Mobilisation sonore du déclic ;

le tout avec l'appareil non branché sur le secteur, de telle sorte que l'illusion a été complète : Hen..., 6/3/44.

SIMULACRE — TABLEAU N° 8.

Temps	–5'	0	3'	6'	10'	25'	45'	60'
Pouls	48	52	64	64	60	48	52	
Respiration	24					16		
Sang								
CO2	62,58	62,58	62,58	63,11		62,58		62,58
Glycémie	0,76	0,76	1	0,76		0,90		coagulé
Protéines	75	75	75	75		75		75
Urines :					— 5'		+ 60'	
Volume					200		250	
Ph					5,9		8	
Acidité directe					180		0	
Ac. formol					150		20	
Ac. totale					330		20	
Ac. organique					268		184	
Ac. pyruvique					198		198	
Urée					7 gr.		6 gr.	

On constate ainsi une augmentation du volume de CO2 à la dixième minute, une flèche d'hyperglycémie de 0,76 à 1 gramme à la sixième minute, un taux de protéines inchangé.

Dans les urines, le Ph passe de 5,9 à 8 et l'acidité directe tombe à 0. Le taux d'acide pyruvique reste le même : il n'y a pas eu de travail musculaire. Nous sommes donc en présence d'une alcalose non gazeuse qui vient, avec la flèche d'hyperglycémie, confirmer les résultats de Jankowska et de Cannon que nous avons rapportés dans la première partie de ce travail.

SIMPLE PASSAGE DU COURANT PÉNIBLE

Il était également nécessaire d'étudier les répercussions de ce passage de courant qui est réalisé à chaque application d'Électro-choc.

C'est une épreuve très pénible dont le malade ne supporterait par la répétition, car il n'y a pas d'amnésie comme à la suite de la crise type.

TRA... RÉACTION DOULOUREUSE FORTE

TABLEAU N° 9.

Urine	— 5'	+ 60'
Ph	6,4	7
Ac. pyruvique	70	70
Ac. organique	102	120
Ac. directe	80	40
Ac. formol	80	100
Ac. totale	160	140

Là encore, alcalose non gazeuse qui s'explique peut-être par le facteur émotionnel à lui seul.

Les mouvements de défense de la réaction douloureuse expliquent, sans doute, l'élévation légère du taux des acides organiques.

SPASME ÉLECTRIQUE

Le spasme électrique représente un degré de plus dans l'échelle des courants appliqués à un même malade : il réalise une contraction musculaire unique généralisée, mais très brève, de l'ordre de la fraction de seconde :

TABLEAU N° 10.

	CO 2 *Sang*	— 5'	+ 5'	+ 15'
Ubé...		67,04	61,10	61,10
Bat...		64,41	61,19	64,41
Bon...		69,86	68,89	68,89
Rei...		64,62	57,93	64,62

Mon..	*Sang*	— 5'	spasme	+ 10''	+ 2'	+ 5'
	CO2..	60,42		—	60,42	59,02
	Glycém.	0,83		0,87	0,70	0,70
	Protéi.	78		78	78	78
	Na....	3,45		3,45	3,45	3,45

Expérience complète :

Sang	— 5'	Spasme	+ 3'	+ 6'	+ 10'	+ 25'
CO2.....	73,77		69,8	69,83	67,76	69,89
Glycémie.....	0,66		0,66	0,66	0,71	0,73

Urine	— 10'	+ 60'
Volume.....	375	350
Ph.....	7,4	7,2
Ac. pyruvique.....	88	88
Ac. organique.....	60	260
Urée.....	4,5	5,5

La baisse du CO2 sanguin, jointe à l'augmentation de l'acidité urinaire par élévation du taux d'excrétion des acides organiques, témoigne d'une acidose musculaire.

Là encore paraît la flèche d'hyperglycémie puisque le facteur émotionnel joue toujours.

ABSENCES SANS APNÉE

L'absence sans apnée, tout comme le spasme électrique, va présenter un syndrôme résultant de la somme algébrique de deux éléments :

L'émotion génératrice d'alcalose non gazeuse ;

Le spasme musculaire facteur d'acidose non gazeuse.

L'importance relative de ces deux phénomènes est variable avec les sujets et justifie la diversité des chiffres ci-dessous :

TABLEAU N° 11.

CO_2 total.....	Sang		
	— 5'	+ 10'	+ 25'
San.....	52,72	54,92	56,52
		Alcalose	
Ven.....	64,17	56,88	66,21
		Acidose	
Déc.....	63,37	58,81	62,37
	Acidose non gazeuse		

TABLEAU 12.

	— 5'	+ 10'	+ 25'
Cast.....	57,38	60,73	58,33
	Alcalose non gazeuse		66,9
Besp.....	66,9	66,9	66,9
		Rien	
Lea.....	62,53	61,55	63,6
	Alcalose non gazeuse		
Cocl.....	59,63	58,74	59,63
	Acidose non gazeuse légère		
Ube.....	64,05	66,95	66,95
	Alcalose non gazeuse		

TABLEAU N° 13.

ABSENCES SANS APNÉE (URINES)

Tra...	5'	+ 60'
Ph.....	6,5	6,4
Ac. pyruvique.....	66	68
Ac. organique	148	240
Ac. directe.....	40	20
Ac. formol.....	80	60
Ac. totale.....	120	80

Dans le cas ci-dessus (sujet Tra...), il s'agit d'alcalose, mais l'augmentation des taux d'acides organiques et pyruviques évoque une activité musculaire plus importante bien qu'insuffisante, pour neutraliser, l'alcalose due à l'émotion.

TABLEAU N° 12.

ABSENCES SANS APNÉE (Expériences complètes)

Bell.. Sang	—5'	+5'	+10'	+25'	+45'
CO2 total.....	69,80	68,82	69,80	69,80	69,80
Glycémie.....	0,78	0,83	1	0,76	0,76
Urine		—60'		+60'	
Volume.....		100		300	
Ph.....		5,8		6,3	
Ac. pyruvique.		114		114	
Ac. organique.		544		400	

Alcalose non gazeuse.

TABLEAU N° 13.

Tra... (Urines seules)	— 5'	+ 60'
Ph.....	6,2	6,4
Ac. pyruvique.....	66	88
Ac. organique.....	148	240
Ac. directe.....	40	20
Ac. formol.....	80	60
Ac. totale.....	120	80

Alcalose.

ABSENCES AVEC APNÉE

Les absences avec apnée représentent un phénomène encore plus complexe puisqu'à l'alcalose de l'émotion et à l'acidose du spasme musculaire va s'ajouter l'acidose gazeuse qui, comme nous l'avons vu, caractérise l'apnée et l'asphyxie :

TABLEAU N° 14.

Sang CO2	—5'	+ 5'	+ 25'
Rei	69,93	—	68,08
		Acidose non gazeuse	
Bat.....	58,31	54,60	50,79
		Acidose non gazeuse	
Lag.....	66,89	59,01	56,61
		Acidose non gazeuse	

TABLEAU N° 14.

Bri	— 5'	0	pendant l'apnée	+ 20''	5'	+ 25'
CO2.....	68	—	—	—	67	67
Glycémie	0,90	0,95	0,86	1	1	0,94
Protéines.....	66,30	66,30	66,30	—	66,30	66,30
Na.....	3,12	3,32	3,32	—	3,32	3,32

TABLEAU N° 15.

URINES SEULES (Jou...)

	— 5'	+ 60'
Ph.....	6,3	6,3
Ac. pyruvique.....	286	300
Ac. organique.....	—	428
Ac. directe.....	50	90
Ac. formol.....	290	220
Ac. totale.....	340	360

Dans ce cas (Jou...), il y a peu de changement, l'acidose et l'alcalose en présence se sont vraisemblablement neutralisées.

TABLEAU N° 16.

ABSENCE AVEC APNNE
(Expérience complète)
Ban... (apnée de 38 secondes).

Sang	— 5'	0	+ 3'	+ 6'	+ 10'	+ 25'	+ 45'
CO2.....	71	—	71	71	75	70	70
Glycémie...	0,80	—	0,90	1	1	1	1
Protéines..	71	—	71	—	75	75	75

Acidose gazeuse par hausse de CO2.

TABLEAU N° 17.

Urines	— 5'	+ 60'
Vol.....	230	375
Ph.....	6,2	7,8
Ac. pyruvique.....	100	100
Ac. organique.....	136	120
Ac. directe.....	60	10
Ac. formol.....	100	90
Ac. totale.....	160	100
Urée.....	4,5	3,5

Alcalose urinaire.

Nous obtenons donc des résultats très variables ; chez les malades très émotifs c'est l'alcalose qui domine, chez d'autres le spasme musculaire a été plus marqué ; l'apnée enfin est de durée variable, elle est en tous cas très courte et correspond parfois à un indice d'acidose trop faible pour s'extérioriser .

CRISE TYPE

C'est en étudiant les modifications métaboliques consécutives à la crise type que Delay et Soulairac ont décrit leur syndrôme : nous rapporterons intégralement les conclusions de ces auteurs et leurs résultats condensés dans les tableaux ci-après : tableaux I, II, III (pages 42, 43, 44).

I. — L'étude des glucides a confirmé le fait déjà connu qu'il existe constamment après Electro-choc, une *hyperglycémie* atteignant le taux de 1 gr. 20 à 1 gr. 30 p. 1.000 environ, de durée assez courte (20 à 30 minutes) et suivie d'un retour au taux normal.

II. — Parmi les lipides, les variations du cholestérol ont seules été étudiées et cette recherche a montré que la cholestérolémie ne subit pas de modifications appréciables, ainsi d'ailleurs que l'avait signalé Forel.

III. — L'étude des protides a permi de mettre en évidence chez tous les malades après Electro-choc, une *hyperprotidémie*, avec hypersérinémie habituelle. Cette hyperprotidémie qui peut atteindre 20 p. 100 du taux initial, porte sur les protéines totales du sérum.

L'étude séparée de la sérum-globuline et de la sérum-albumine montre que, d'une manière assez générale, l'augmentation porte sur la sérum-albumine. Cette hypersérinémie entraîne l'augmentation habituelle du rapport sérine-globuline (cf. tableau I).

L'étude dans le temps de cette hyperprotidémie montre que l'augmentation est maxima 5 minutes environ après Electro-choc et que le retour au taux initial, ou même parfois à un taux inférieur, se produit en moins de deux heures (cf. tableau II).

Le taux de l'urée sanguine demeure inchangé.

IV. — L'étude des électrolytes a permis de faire également des constatations intéressantes (cf. tableau III).

L'équilibre chlore est modifié par l'Electro-choc. Il se produit alors une *augmentation de chore globulaire* sans modification de chlore plasmatique. Cette hyperchlorémie globulaire est variable en intensité et peut parfois atteindre des variations de l'ordre de 50 p. 100 (de 1,42 grammes à 2,13 grammes par exemple).

Ces modifications du chlore sanguin s'accompagnent de perturbations dans l'équilibre des ions sodium et potassium. On constate fréquemment après Electro-choc, une *hypernatrémie* d'intensité variable et une *hypokalémie* de même ordre. Ces variations du sodium et du potassium semblent être étroitement liées et la perturbation portant sur le sodium est accompagnée, dans tous les cas, d'une perturbation en sens inverse du potassium.

Signalons, en outre, l'*hypercalcémie* et une *hyperphosphatémie* post-critiques.

V. — Ces diverses recherches bio-chimiques ont été complétées par l'étude des modifications de la réserve alcaline. Il a été constaté que l'Electro-choc provoque dans tous les cas un *abaissement de la réserve alcaline.* Les prélèvements pour le dosage ont été pratiqués une demi-heure après le choc.

Montassut, Delaville et Mme Sauguet ont fait porter leurs recherches sur l'équilibre acide-base au cours du Post-Electro-choc : ils concluent à une acidose non gazeuse d'origine tissulaire, due à l'élaboration massive d'acide lactique au cours de l'exercice musculaire violent.

Voici leurs chiffres de variations de Ph. :

TABLEAU N° 18.

Ph	AVANT	APRÈS		
		SpE	C.C.	V. pulm.
(1)	7,61	—	7,23	7,21
(2)	7,51	—	—	7,34
(3)	7,48	7,40	—	—
(4)	7,58	7,59	—	—

Légende : SpE.: Spasme électrique. — C. C.: Contractions cloniques. V. pulm.: Ventilation pulmonaire.

TABLEAU I

MALADES	Durée du choc	GLYCÉMIE		CHOLESTÉROL		PROTÉINES		SÉRINE		GLOBULINE		RAPPORT S/G	
		Avant	Après	Avant	Après	Avant	Après	Avant	Après	Avant	Après	Avant	Après
Mé. F	50''	0,88	1,24	1,66	1,66	81,2	89,2	46,6	57,6	34,6	31,6	1,34	1,82
Re. H	56''	0,85	1,11	1,50	1,66	84,8	99,6	—	—	—	—	—	—
Di. H	1'12''	1,03	1,38	1,68	1,87	84,0	89,2	51,0	54,1	33,0	35,1	1,54	1,54
La. H	40''	0,92	1,09	1,50	1,50	92,0	92,2	52,0	53,2	40.0	39,0	1,30	1,37
Gr. F	1'10''	0,93	1,22	1,15	1,15	72,8	75,2	46,5	48,0	26,3	27,2	1,76	1,76
Ma. H	59''	0,85	0,99	1,57	1,57	80,2	82,8	50,0	52,4	30,2	30,4	1,65	1,72
Mo. F	50''	0,84	1,11	1,50	1,54	74,4	79,2	56,8	52,6	17,6	26,6	3,22	1,97
Be. F	51''	0,81	1,09	1,50	1,50	84,4	98,0	48,4	58,4	36,0	39,6	1,34	1,47
Fe. H	58''	0,92	1,08	0,70	0,80	77,4	90,8	53,4	63,5	24,0	27,2	2,22	2,32
Ca. F	45''	0,96	1,10	1,80	1,83	83,6	91,6	59,3	66,0	24,3	25,6	2,44	2,57
Mo. F	53''	0,88	1,10	2,80	2,80	78,8	80,0	46,4	46,8	32,4	33,2	1,43	1.40
Ma. H	41''	0,92	1,23	1,50	1,50	77,6	84,0	53,0	55,4	24,6	28,6	2,10	1,90

TABLEAU II

MALADES		MATIÈRES PROTÉIQUES TOTALES DU SERUM					
		Durée	Avant-choc	Après-choc			1h.50'
				5'	20'	50'	
Pe.....	H	59''	90,8	108,0	90,8	82,0	79,6
Cr.....	F	68''	75,6	76,8	76,0	76,0	76,4
Ca.....	F	59''	79,2	80,0	74,8	70,6	71,6
Pe.....	F	51''	82,0	84,8	85,6	82,8	82,8
Pi.....	H	43''	76,0	79,2	72,8	70,8	70,4
Mo.....	H	45''	77,2	88,8	78,8	74,8	78,8
Ca.....	F	38''	90,0	96,4	90,0	90,0	—
Eg.....	F	45''	90,0	92,0	—	85,2	85,6
Ri.....	F	43''	78,8	92,0	82,0	79,2	78,4

TABLEAU III

MALADE	DURÉE du CHOC	CHLORE GLOBULAIRE		CHLORE PLASMATIQUE		RAPPORT Cl. G/Cl. P		SODIUM		POTASSIUM		RÉSERVE ALCALINE	
		Avant	Après	Avant	Après	Avant	Après	Avant	Après	Avant	Après	Avant	Après
Cp. F	1h30'	1,35	1,59	3,55	3,55	0,38	0,45	3,23	3,67	0,231	0,209	42,1	31,1
Ca F	59'	1,42	2,13	3,72	3,79	0,39	0,56	3,31	3,31	0,223	0,212	49,7	40,9
Pe F	51'	1,56	1,59	3,69	3,69	0,42	0,43	3,17	3,37	0,207	0,190	73,9	56,5
Pi H	43'	1,50	1,84	3,62	3,69	0,41	0,49	3,12	3,09	0,191	0,269		
Mo. H	45'	1,43	1,84	3,48	3,83	0,41	0,48	3,15	3,12	0,116	0,160	—	—
Ca F	32'	1,90	2,05	3,69	3,69	0,51	0,55	3,60	2,94	0,241	0,269	—	—
Ma. F	43'	1,49	1,52	3,40	3,55	0,43	0,43	3,54	3,72	0,276	0,156	—	—
Fg.. F	45'	1,50	1,55	3,61	3,61	0,41	0,43	3,52	3,46	0,342	0,334	57,6	48,1
Ri.. F	43'	1,85	1,98	3,68	3,70	0,50	0,53	3,25	3,33	0,371	0,402	52,8	39,5
Te H	1h6'	2,13	1,86	3,26	3,14	0,65	0,55	3,17	3,55	0,284	0,167		
Al. H	47'	1,79	1,85	3,55	3,60	0,50	0,51	3,51	3,81	0,396	0,206		
Or H	45'	1,71	1,77	3,10	3,10	0,55	0,57	3,33	3,57	0,360	0,240		

VI. — Delay et Soulairac reprenant, après Mario-Félici (1940), l'étude systématique de la formule sanguine, constatent que seule la série blanche est modifiée par l'Electro-choc, ils retrouvent l'*hyperleucocytose* décrite par cet auteur (pouvant atteindre le double du taux initial, mais il n'apparaît pas que cette hyperleucocytose se manifeste spécialement aux dépens de certaines catégories d'éléments blancs). En particulier, ils n'ont pas mis en évidence l'augmentation des lymphocytes avec abaissement proportionnel des polynucléaires neutrophiles, qui avait été signalée par M. Félici ; il semble cependant qu'il y ait assez souvent diminution des polynucléaires neutrophiles.

Les différents éléments de ce syndrôme ont fait l'objet de nouvelles recherches à la clinique neuro-psychiatrique de la Faculté de Médecine de Bordeaux ; l'étude des modifications urinaires y a été plus particulièrement poussée, ainsi que la consommation d'oxygène et la teneur du sang en CO2.

Résultats de la Clinique Neuro-Psychiâtrique de la Faculté de Médecine de Bordeaux. TABLEAU N° 19.

1) Duc... Sang	CRISE TYPE — 5'	Spasme	Convul-sions	Apnée	+ 3'	+ 25'
CO2.....	63	—	—	—	47,15	52
Glycémie	0,83	0,83	0,83	0,99	1,02	1,20
Protéines.....	—	—	—	—	88	90
Na.....	3,70	—	—	—	3,18	3,22

TABLEAU N° 20.

Expérience complète :

2) Go .... Sang	—5'	0	+5'	+10'	+25'	+45'	+60'
CO2.....	66,32	—	47,65	47,65	53,42	56,30	62,32
Glycémie.	0,62	—	0,76	0,76	0,76	0,76	0,62

Urines	— 5'	+ 1 heure	+ 2 heures
Volume.....	160	100	165
Ph.....	6,8	6	7,4
Ac. Pyruvique..	88	210	88
Ac. organique...	92	422	104

Il y a ici (tableau 20) alcalose réactionnelle à la deuxième heure après acidose.

TABLEAU N° 21.

CRISE TYPE

Sang.....	—5'	Spasme électr.	Convulsions	Apnée	+5'	+25'
3)						
CO2.....	62	—	—	—	49,96	54,02
Glycémie.....	1	1	1	0,83	1,11	1,20
Protéines	73,20	73,20	78,60	—	80,4	85,4
Na.....	3,35	3,30	3,30	3,30	3,30	3,30
4)						
CO2.....	62,16	—	—	—	50,57	51,52
Glycémie	0,80	0,73	0,80	0,90	—	1,52
Protéines	76,20	—	78,60	77,20	80,40	74,60
Na.....	3,39	3,39	—	3,45	3,39	3,39
5)						
CO2.....	52,10	—	—	—	34,37	34,37
Glycémie	1	0,95	0,90	1,11	1,17	1,17
Protéines....	72	67,5	—	78	75	75
Na.....	—	—	—	3,32	3,45	3,45
6)						
CO2.....	69	60	65	60	42	44
Glycémie	—	1	1	0,90	1,11	1
7)						
CO2.....	61,45	—	—	—	52	52,69

Urines seules : CRISE TYPE

8)	Bar...		Tra...		Bel...		Joy..	
	—5'	+60'	—5'	+60'	—5'	+60'	—5'	+60'
Ph.....	7	5,6	6,6	5,4	6,6	5,4	5,8	5,2
A. pyruviq	118	352	286	312	—	—	—	—
A. organiq	48	108	148	376	—	—	—	—

9)	Bet...		Dud...		Reg..	
	—5'	+60'	—5'	+60'	—5'	+60'
Ph.....	5'8	5'2	6,4	5,2	6.4	6,2
A. pyruvique.	—	—	100	440	132	176
A. organique..	—	—	220	1136	116	1188
Ac. directe ..	—	—	20	340	20	50
Ac. formol...	—	—	110	350	80	170
Ac. totale ...	—	—	130	690	100	220

10) Urines seules	Mon...		Gui...		Ber...		Mon..	
	—5'	+60'	—5'	+60'	—5'	+60'	—5'	+60'
Vol. urinre	120	45	110	70	38	25	18	42
Ph	7.4	5,6	6,6	5,8	6,4	5,8	7,4	5,4
A. pyruviq	100	440	198	440	400	460	100	400
A. organiq	168	2000	192	992	520	434	432	2312

Le malade n'a pas été sondé avant l'épreuve.

TABLEAU N° 22.

II. — *Expérience complète :*

H. Gil... 52 cms, 1m 64, 62 kgs, ancien pompier.

CRISE TYPE

Sang	Avant	Après
CO_2 total en cc		
p. 100	61,5	38,71
p. 100	—	40,40

Consommation d'O_2	Avant	1re minute	Moyenne 3 minut.
En litres-minute. .	0,196	1,283	0,977
—	0,178	1,511	0,850
En calories-minut.	0,95	6,2	4,72
—	0,86	7,3	4,10

Urines	Avant	1 heure après
Ph	6,5	5,2
Ac. organique cc N/10 °/°°.	280	800
Ac. directe	180	250
Ac. formol	180	270
Ac. totale	360	520
Urée en gr. p. 1000	10,20	8,20
Ac. lactique en gr. p. 1000	0,180	0,594
Coefficient d'acidose $=\frac{A-O}{V}$	28	100

12. — Urines seules	Avant	Après
Ph,	6,8	6,0
Acide pyruvique gr.	0,088	0,210
Acide organique cc N/10	92	422
Acide directe cc N/10	50	200
Acide formol cc N/10	100	300
Acide total cc N/10	150	500
Urée — grs	3,20	5,50
Urée hypobromite $\frac{A.\ O.}{\quad}$ (Coefficient d'acidose)	26	76

ÉLECTRO-CHOC ET RÉACTION DE DONAGGIO

L'étude de cette réaction, déjà étudiée par Bartoloni élève de Cerleti (*Revista sperimentale di Frenatria*, 31 décembre 1940) a été reprise dans le service du professeur Delmas-Marsalet par E. Neuzil. Nous rapporterons les résultats qu'il a bien voulu nous communiquer :

La technique employée a été celle de Donaggio :

Si on mélange, dans un tube à essais, une solution de thionine et une solution de molybdate d'ammonium, on observe bientôt une précipitation progressive du colorant, complète au bout de 24 heures environ.

Donaggio a montré que chez le sujet normal, l'urine acidifiée, filtrée, bouillie, puis refiltrée après refroidissement, et mise en présence des deux solutions précédentes, ne gênait pas la précipitation de la thionine. Par contre, l'urine (ou le L. C. R.) de certains malades ou même de sujets normaux venant de fournir un effort physique, empêche plus ou moins complètement la précipitation du colorant : c'est ce que cet auteur appelle « le phénomène d'obstacle ».

Il le recherche pour différentes proportions relatives, de thionine et de mobybdate, et convient d'appeler O l'absence d'obstacle (réaction négative, précipitation complète) et 5 le maximum d'obstacle (réaction positive, pas de précipitation), les réactions intermédiaires étant désignées par 1, 2, 3, 4.

Neuzil a étudié le phénomène d'obstacle dans les différentes modalités de la convulsivo-thérapie.

La pratique de la réaction lui a montré que la somme des résultats fournis par quatre tubes à essais, exprimée par un nombre compris entre 0 et 20, suffit à donner une idée exacte de la réaction.

Donaggio avait déjà noté le phénomène d'obstacle chez les comitiaux : le phénomène d'obstacle se manifeste immédiatement après l'accès-moteur et persiste pendant 24 à 48 heures.

Dans les expériences que nous rapportons, on a recherché le phénomène d'obstacle dans des échan-

tillons d'urine prélevée avant, immédiatement après l'Electro-choc et dans les jours suivants :

Résultats :

1° *Absences* : Après les absences, avec ou sans apnée, on n'observe aucune modification notable comme le montrent les quelques exemples suivants :

TABLEAU N° 23.

Sujets	1	2	3	4	5	6
Avant l'absence.	6	0	3	0	3	2
Après l'absence.	6	2	4	3	4	2
24 h. après.....	5	2	3	1	4	1
48 h. après....	5	2	3	1	4	2

Le spasme électrique seul, sans perte de connaissance, n'amène pas de phénomène d'obstacle.

2° *Crises convulsives* : Le phénomène d'obstacle apparaît, au contraire, immédiatement et dure pendant 48 heures au moins :

TABLEAU N° 24.

Sujets	1	2	3	4	5	6	7
Av. l'absence.	2	5	0	2	1	8	7
Ap. l'absence.	10	12	10	16	14	15	16
24 heur. après.	10	7	10	14	13	6	16
28 heur. après.	8	7	10	7	10	7	14

Chez les sujets en cours de traitement (deux séances par semaine), la réaction baisse lentement dans l'intercrise sans devenir nulle, pour subir une montée après le nouvel Electro-choc.

DISCUSSION

Si nous faisons la synthèse des différents phénomènes participant à l'Electro-choc que nous avons disséqués expérimentalement, la crise type représente la somme des facteurs suivants :

Emotion + spasme + apnée + convulsions musculaire, soit du point de vue acido-basique :

Alcalose non gazeuse + acidose non gazeuse + acidose gazeuse + acidose non gazeuse.

Or, au cours des épreuves préliminaires qui n'impliquaient pas un travail musculaire important, nous obtenions des chiffres variables entre l'acidose et l'alcalose, qu'expliquait la prédominance d'un des facteurs : émotion, spasme ou apnée, facteurs peu considérables du point de vue quantitatif.

Il a fallu l'introduction des convulsions pour orienter définitivement et nettement le syndrôme dans le sens de l'acidose non gazeuse.

Sous le seul angle du déséquilibre acide-base, le travail musculaire, comme nous l'avons vu, puissant facteur d'acidose, suffit donc à déterminer le syndrôme humoral du Post-électro-choc.

La confrontation des chiffres obtenus après exercice musculaire et après Electro-choc va nous montrer que le parallélisme se continue jusque dans les détails.

A) *Glycémie.* — Les résultats obtenus par Ortholan, que nous avons rapportés plus haut, ont été retrouvés après la crise (cf. tableaux 1, 2, 3, 4, 5), ils supportent même une comparaison quantitative pour les épreuves de natation et les courses de vitesse sur petite distance. Sans vouloir assimiler les contractions d'une nage rapide à celles des convulsions, puisque la totalité de la musculature n'est pas mobilisée ; le travail accompli dans les deux cas présente les mêmes caractères de rapidité, d'intensité soutenue, et, parmi

tous les exercices sportifs, la natation reste un des sports qui requiert le jeu simultané du plus grand nombre de groupes musculaires.

Les travaux de MONTASSUT, DELAVILLE et Mme SAUGUET, nous obligent cependant à une restriction : l'étude chronologique de la glycémie post-critique a, en effet, parfois montré à ces auteurs l'existence d'un léger crochet hypoglycémique, précédant la flèche d'hyperglycémie qui peut s'expliquer par la sidération passagère de l'organisme et la brusque consommation de glucose du spasme musculaire.

B) *Equilibre acide-base urinaire.* — Nous avons expliqué plus haut comment l'acidose d'origine musculaire suffisait à expliquer l'acidose post-critique. Les recherches effectuées sur les urines confirment ce point de vue.

Après la crise type, il existe une augmentation considérable de l'acidité urinaire dont témoignent l'abaissement du Ph, l'élimination intense des acides organiques urinaires et de l'acide pyruvique (voir tableaux 8, 9, 10, 11, 12).

Il s'y ajoute le fait que le CO2 total du sang s'abaisse considérablement au cours des mêmes expériences : il est donc logique de conclure que la crise convulsive provoque une acidose non gazeuse typique, qui s'explique par l'énorme production d'acide lactique d'origine musculaire, traduite par l'importante élimination d'acide lactique urinaire (voir tableau 11) et fixée par l'élévation du coefficient d'acidose, calculé d'après le rapport acides organiques en *cc* sur urée hypobromite, qui passe à titre d'exemple de 28 à 100 et de 26 à 76 (voir tableaux 11 et 12).

La chute constante du CO2 plasmatique (particulièrement évidente au tableau 6) ne fait que traduire la réaction du milieu sanguin qui mobilise ses substances tampons pour lutter contre l'envahissement acide.

C.— Les modifications des électrolytes, l'hyperprotidémie, la formule sanguine et les autres résultats accessoires seront schématisés dans un tableau synoptique.

D) *Consommation d'oxygène* (tableau 11). — L'augmentation de la consommation en oxygène que l'on relève dans le Post-électro-choc, est parallèle à celle du travail musculaire. De plus, s'il nous faut faire une comparaison quantitative, les convulsions épileptiques représentent un maximum de l'activité musculaire humaine puisque, après la crise convulsive, le rapport métabolisme du travail sur métabolisme de base atteint jusqu'à 7,3 contre 6 qui, comme nous l'avons vu, correspond à un travail considéré comme extrêmement dur.

Le métabolisme déterminé par la consommation d'oxygène pendant une minute après convulsions, fournit le chiffre de 10.000 calories par 24 heures chez un sujet dont le métabolisme basal est de 1.360 calories par 24 heures.

Pour reprendre la comparaison démonstrative de M. le professeur Delmas-Marsalet : « Chez un de nos sujets, dont le métabolisme basal est de 1.360 calories, le métabolisme qui correspondrait à la consommation d'oxygène constatée pendant une minute de convulsions donnerait le chiffre de 10.000 calories par 24 heures. La différence 10.000 — 1.360 calories, soit 8.640 calories donne par heure 361 calories, soit 153.425 kilogrammètres. Ce travail en kilogrammètres représenterait, en théorie, l'élévation d'une charge de 70 kilogrammes à 2.191 mètres en une heure. En d'autres termes, un pareil homme, s'il pouvait appliquer à l'alpinisme ce régime de travail avec un rendement de 25 p. 100, s'élèverait de Chamonix au sommet du Mont-Blanc en six heures quarantes minutes. Nous sommes loin des 300 mètres à l'heure qui représentent l'aptitude physique d'un d'un alpiniste moyen ».

E) *Réaction de Donaggio.* — Le phénomène d'obstacle se produit avec autant de constance et d'intensité dans les deux cas.

TABLEAU SYNOPTIQUE

SANG	ELECTRO-CHOC	TRAVAIL MUSCULAIRE
Glycémie	+	+
Acidose non gazeuse	+	+
CO2 du plasma	—	—
Protidémie	+	+
Lactates	+	+
Bicarbonates	—	—
Natrémie	+	±
Calcémie	—	±
Phosphatémie	+	+
Chlorémie	+	±
Hyperleuucocytose (poly)	—	—
Hyperleuucocytose (lympho)	+	+
Consommation d'oxygène	+	+

URINES	ELECTRO-CHOC	TRAVAIL MUSCULAIRE
Oligurie	+	+
pH	—	—
Coefficient d'acidose	+	+
Acidité totale	+	+
Ac organique	+	+
Acide lactique	+	+
Acide pyruvique	+	+
Phénomène d'obstacle	+	+

LE PROBLÉME
DES ABSENCES ÉPILEPTIQUES

Delay et Soulairac ont isolé, à côté du syndrôme de la crise type, un syndrôme particulier, propre à l'Electro-absence, lequel consiste en : hyperglycémie (dont le type est identique à celui de la crise convulsive) ; légère hypoprotidémie ; augmentation de la réserve alcaline (alcalose), augmentation du nombre des monocytes sans hyperleucocytose notable.

Cette étude a été reprise à la clinique Neuro-Psychiatrique de la Faculté et au laboratoire de biologie de l'Hôpital Saint-André ; elle a été rendue facile grâce au dispositif adapté par le professeur Delmas-Marsalet sur son appareillage et qui permet, comme il l'a montré, d'obtenir à volonté (après appréciation de la perte de courant dans le circuit péricérébral) crise-type, supercrise ou l'infra-crise, qui correspond à l'électro-absence de la terminologie de Delay et Soulairac.

Dans ces conditions, ont été obtenus les résultats que nous avons rapportés plus haut au chapitre des absences avec ou sans apnée, à l'occasion de la dissection expérimentale de la crise-type.

Nous y ajouterons les tableaux suivants qui vont nous fournir des chiffres de consommation d'oxygène :

TABLEAU N° 25.

ABSENCES	B..		G...		
	AVANT	APRÈS	AVANT	de 0 à 3'	de 4 à 6
Consommation d'O2					
En litres-minutes.....	—	—	0,126	0,134	0,076
En calories-minutes	—	—	0,61	0,65	0,37
CO2 total du sang, c.c	71,00	75,30	Av. 62,80		ap. 61,65
Urines: Ph.....	6,2	7.8			
Ac. pyruviq. gr...	0,100	0,100			
Ac. organ. c.c. N/10	136	120			
Ac. directe —	60	0			
Ac. formol —	100	100			
Ac. total —	160	100			
Urée en grammes.	4,5	3,5			
Coefficient d'acidose AO					
Urée hypobromite :	30	34			

Discussion. — « Dans le cas d'Electro-absence, le courant d'Electro-choc capable de déterminer une perte de conscience et, par suite, d'actionner le diencéphale, détermine un nouveau syndrôme comprenant de l'hyperglycémie, de l'hypoprotidémie légère, de l'alcalose, de la monocytose sans hyperleucocytose.

La moindre intensité du courant générateur de l'absence, et même la notion de « seuils différentiels », ne peuvent expliquer le changement de sens de certains phénomènes comme la mutation de l'acidose en alcalose. » La connaissance des effets dus à l'émotion, au spasme électrique et à l'apnée; nous ont permis d'expliquer les résultats obtenus et de montrer que l'absence de convulsions, donc de travail musculaire, sépare l'« absence » de la « crise type ».

LE SYNDROME HUMORAL DE L'ÉLECTRO-CHOC EXISTE DANS L'ÉPILEPSIE SPONTANÉE

Pagniez rapporte dans son ouvrage sur l'épilepsie, les modifications humorales suivantes : élévation du Ph sanguin (Jarloev) ; baisse de la réserve alcaline (Ballif et Reznic, Villiacian et Urra) ; hausse des protéines sériques et de la créatine (Wuth) ; augmentation de l'acidité urinaire (Wollmer et Serebrijski).

Voici les chiffres trouvés par le docteur Servantie chez des sujets atteints d'épilepsie essentielle :

TABLEAU N° 26.

Temps	valeur. norm..	Phase. stertor.	+ 5'	+ 20'	+ 50'	+ 110'
CO2.....	60	46,5	—	—	—	—
du plasma...	60	—	54,2	—	—	—
	60	—	—	57,96	63,29	65,11

L'acidose sanguine est donc d'autant plus évidente que les prélèvements ont été effectués plus tôt après la fin des convulsions. Les dosages plus tardifs 20', 50' et 110' après témoignent d'une alcalose réactionnelle.

La chute du CO2 total, au cours de l'épilepsie spontanée, est moins brutale qu'après convulsivothérapie, mais l'intensité des convulsions y est aussi bien moindre, et l'Electro-crise convulsive qui voit les convulsions s'établir plus progressivement et avec moins d'intensité, fournit des variations du même ordre que dans la crise spontanée.

Si l'on pratique les examens des urines une heure après la crise (après avoir fait boire au sujet un verre d'eau au sortir du coma), on décèle une acidose tout à fait identique à celle trouvée au cours du Post-électro-choc.

En procédant par élimination, on voit donc que l'excitation électrique du cerveau n'ajoute rien au syndrôme sanguin et urinaire de l'épilepsie.

L'élément dominant des convulsions, qu'elles soient essentielles ou déclanchées électriquement, reste le prodigieux déploiement de travail musculaire.

CONCLUSIONS

1° Il n'y a pas, à proprement parler, de syndrôme humoral « spécifique » de l'Electro-choc. Les modifications humorales constatées après les Electro-crises relèvent de l'association possible ou de l'apparition isolée des facteurs suivants :

a) Emotion génératrice d'alcalose et d'hyperglycémie ;

b) Spasme électrique producteur d'une faible acidose d'origine musculaire ;

c) Convulsions génératrices d'une énorme acidose musculaire avec hyperproduction d'acides lactique et pyruvique, énorme consommation d'oxygène ;

d) Apnée entraînant, à l'état d'ébauche, les réactions humorales notées dans l'asphyxie (acidose gazeuse) ;

2° L'Electro-crise convulsive comporte une combinaison de ces quatre facteurs, mais l'acidose musculaire, liée aux convulsions, l'emporte sur tous les autres, au point de réaliser un syndrôme aigu d'acidose non gazeuse. En outre, la valeur de la glycémie est fortement influencée par l'énorme consommation de glucose nécessitée par le travail musculaire des convulsions : cette influence s'ajoute à celle de l'émotion causée par les préparatifs de l'Electro-choc ;

3° Dans le cas des Electro-absences sans apnée, le syndrôme acido-basique observé est variable parce qu'il résulte d'une concurrence entre l'alcalose émotionnelle et l'acidose du spasme électrique ;

4° Dans les Electro-absences avec apnée, le facteur acidose gazeuse peut intervenir, mais toujours très faiblement du fait que l'apnée dure peu ;

5° Il n'est pas un seul des éléments des syndrômes humoraux de l'Electro-choc qui ne soit implicitement contenu dans les quatre syndrômes fondamentaux dont nous avons parlé ;

6° On n'a donc pas le droit d'imputer à l'excitation électrique de centres régulateurs di-encéphaliques les modifications humorales observées dans l'Electro-choc. Il est possible que l'excitation du di-encéphale joue dans la perte de conscience et certains phénomènes végétatifs des Electro-crises. Cette notion, probable mais non formellement démontrée, ne peut en aucune manière être étendue aux centres régulateurs métaboliques du di-encéphale ;

7° L'Electro-crise convulsive est un moyen commode de provoquer chez l'homme un travail musculaire généralisé et intense, bien supérieur à celui des performances sportives les plus dures. A ce titre, l'Electro-crise convulsive représente l'expérience de choix pour l'étude bio-chimique des phénomènes liés à l'activité musculaire. Ce point doit être retenu des biologistes.

BIBLIOGRAPHIE

BARTOLONI.— Electro-choc et réaction de Donaggio (*Revista Sperimentale di Frenatria*, décembre 1940).

BINET (Léon). — Traité de Physiologie Normale et Pathologique (Tome V, Respiration, *Masson éditeur, Paris* 1934).

BOIGEY. — L'entraînement.

BOURDETTES. — Contribution à l'étude des Elements figurés du sang pendant l'exercice musculaire (*Thèse de Médecine, Toulouse* 1934, nº 61).

CASTELLUCI. — Electro-choc et Glycémie (*Revista Sperimentale di Frenatria*, 31 décembre 1940, p. 523 et 513).

DELAY et SOULAIRAC. — Syndrôme humoral de l'Electro-choc: Société de Biologie, 26 juin, 25 octobre, 27 novembre 1943 ;
Société Médico Psychologique, 24 mai, 12 avril, 28 juin, 12 juillet, 25 octobre 1943 ;
Société Médicale des Hôpitaux de Paris, 2 avril, 25 juin 1943.

Syndrôme Humoral de l'Electro-absence :
Société de Biologie, 27 novembre 1943.

DELMAS-MARSALET. — Absence Epileptique et Crise convulsive de l'Electro-choc : leur production de volonté ; Etude de l'Absence électrique :

Paris Médical, 10 octobre 1943 ;
Société Médico-Psychologique, 28 juin 1943 ;
Annales Médico-Psychologiques, octob.-novemb. 1943.

DELMAS-MARSALET, SERVANTIE et FAURE. — Technique Expérimentale et Electro-choc : C. R. *Société de Biologie de Bordeaux*, 8 mars 1944.

DELMAS-MARSALET, SERVANTIE, FAURE et BLANC. — Variations du CO_2 total dans l'Electro-choc ; Rôle du travail musculaire : C. R. *Société de Biologie de Bordeaux*, 8 mars 1944.

DELMAS-MARSALET, SERVANTIE, BANNEL et MAURICE. — Equilibre Acide-Base Urinaire et Crise d'Electro-choc : C. R. *Société de Biologie de Bordeaux*, 10 mai 1944.

DELMAS-MARSALET, SERVANTIE et FAURE. — Interprétation du syndrôme acido-basique de l'Electro-choc : *Société Médico-Psychologique*, 17 mars 1944.

Delmas-Marsalet, Servantie et Faure. — Origine du Syndrôme Humoral de l'Electro-choc : *Presse Médicale*, 30 décembre 1944.

Donaggio M. P. A. — Electro-choc et Réaction de Donaggio : *Rev. Neurol*, 1933, tome II, p. 155.

Felici. — Hématologie du Post-électro-choc : *Revista Sperimentale di Frenatria*, décembre 1940.

Florkin. — Biochimie Humaine : *Maloine, Editeur, Paris* 1943.

Goiffon R. — Etude Clinique de l'Equilibre acide-base par l'analyse d'urine : *Masson, Editeur, Paris* 1932.

Henry G. H. — Basal Métabolism and Emotion States : *Journal of Nervous and Mental Diseases*, vol.LXX1929

Jankowska Halina. — Contribution à l'Etude des Modifications chimiques au cours des Emotions *(In l'Encéphale)* 1931.

Labbe et F. Nepveux. — Acidose et Alcalose : *Masson, Éditeur, Paris* 1928.

Lafargue M. — Recherches biochimiques sur les acides organiques de l'Urine Humaine. *Thèse de Pharmacie, Bordeaux*, 1932.

Lu, G. O. et B. S. Platt : Studdies on the Metabolism of Pyruvic Acid in normal and Vitamin B1 deficient states. The Effect of Exercise on Blood Pyruvate Vitamin B1 deficiency in Man. *Biochemical Journal* (1939, 33, 1358).

Montassut, Delaville et Madame Sauguet. — Modifications immédiates et tardives de l'Equilibre acide-Base du Post Electro-choc, *Annales Médico-Psychologique* 1943, Tome II nº 1, 2, p. 110. Modifications immédiates et tardives de la Glycémie au cours du Post-Electro-choc. *Annales Médico-Psychologique*, Tome II, nº 1, 2 juin-juillet 1943, p. 107.

Nichil J. — Contribution à l'étude des Modifications Sanguines au cours de l'effort Musculaire. *Thèse de Médecine, Toulouse* 1943 nº 40.

Ortholan M. — Contribution à l'Etude des Variations de la Glycémie au cours de l'Exercice musculaire *Thèse de Médecine, Toulouse* 1943.

Pagniez. — L'Epilepsie. *Masson éditeur* 1929.